



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 17 516 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
B 60 Q 9/00
E 05 B 65/20
E 05 F 15/20

②1 Aktenzeichen: 101 17 516.7
②2 Anmeldetag: 7. 4. 2001
④3 Offenlegungstag: 17. 10. 2002

DE 101 17 516 A 1

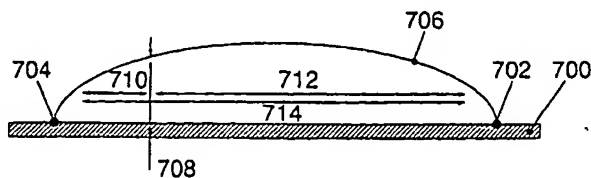
⑦1 Anmelder:
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

⑦2 Erfinder:
Busse, Gerald, Dr., 31141 Hildesheim, DE; Stange,
Leif C., 38102 Braunschweig, DE; Metz, Carsten,
38104 Braunschweig, DE; Jacob, Arne, Prof. Dr.,
38116 Braunschweig, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Türraumüberwachungsvorrichtung

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Türraumüberwachungsvorrichtung sowie eine Verwendung einer erfindungsgemäßen Türraumüberwachungsvorrichtung in einem Kraftfahrzeug zur Überwachung eines Türschwenkbereiches (106) einer Kraftfahrzeugtüre (100), mit den Türschwenkbereich (106) erfassenden Sensor-Mitteln (200, 201) und mit einer Sensordaten auswertenden Auswerteeinrichtung. Eine sichere Türraumüberwachung wird dadurch erreicht, dass zumindest ein Sensor-Mittel (200, 201) einen eine Türfläche im Wesentlichen abdeckenden Volumenbereich (204) im Wesentlichen vor der Kraftfahrzeugtüre (100) erfasst.



DE 101 17 516 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Türraumüberwachungs-
vorrichtung, insbesondere zur Türraumüberwachung
von Kraftfahrzeugen, zur Überwachung eines Türschwenk-
bereiches einer Kraftfahrzeugtüre, mit den Türschwenkbe-
reich erfassenden Sensor-Mitteln und mit einer Sensordaten
auswertenden Auswerteeinrichtung. Darüber hinaus betrifft
die Erfindung die Verwendung einer solchen Vorrichtung in
einem Kraftfahrzeug.

[0002] Aus der Druckschrift DE 195 37 619 A1 ist eine
Türraumüberwachungs-
vorrichtung zur Überwachung eines
Türschwenkbereiches einer Kraftfahrzeugtüre bekannt. Ein
berührungsfrei arbeitender Sensor ist dabei an einem äußeren
Türrand angebracht. Dieser überwacht während des Öff-
nens der Türe den Schwenkbereich der Türe. Für den Fall,
daß während des Öffnens ein Gegenstand in einem definierten
Abstand zur Türe erkannt wird, löst der Sensor eine Fest-
stellvorrichtung aus. Die Feststellvorrichtung verhindert ein
weiteres Verschwenken der Türe.

[0003] Problematisch an der bekannten Vorrichtung ist,
daß der Sensor nur einen Teil des Türschwenkbereiches er-
fasst. Der eingesetzte Sensor ist nicht in der Lage, vor dem
Öffnen der Türe den Volumenbereich vor der Türe zu erfassen.
Die Überwachung mit Hilfe des in der
DE 195 37 619 A1 beschriebenen Sensors beschränkt sich
auf einen kleinen Teil des Volumenbereichs vor der Türe.
Die beschriebenen Sensoren erfassen im wesentlichen eine
Ebene senkrecht zur Türfläche, parallel zur Straße. Hinder-
nisse, die diese Ebene nicht schneiden werden nicht erfasst.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine si-
chere und verlässliche Türraumüberwachung bereitzustellen.

[0005] Die zuvor hergeleitete und aufgezeigte Aufgabe
wird gemäß eines ersten Gegenstandes der Erfindung da-
durch gelöst, daß zumindest ein Sensor-Mittel einen eine
Türfläche im wesentlichen abdeckenden Volumenbereich im
wesentlichen vor der Kraftfahrzeugtüre erfasst. Bei einem
Verschwenken der Kraftfahrzeugtüre muß vermieden wer-
den, daß Hindernisse im Schwenkbereich der Türe liegen,
da ansonsten Kollisionen zwischen Türe und Hindernis zu
Blech- und Lackschäden führen können. Durch die Überwa-
chung eines Bereichs vor der Fahrzeugtüre können Hinder-
nisse erkannt werden. Dabei ist es wichtig, daß nicht nur ein
Teil des vor der Türe liegenden Bereichs erfasst wird, son-
dern im wesentlichen der gesamte Volumenbereich vor der
Kraftfahrzeugtüre. Durch die Ausgestaltung der Sensor-
Mittel wird erreicht, daß der vor der Türe liegende Bereich
nach Hindernissen abgetastet wird. Hindernisse die mit einem
Türrand kollidierten, werden dadurch verlässlich er-
kannt und eine Kollision der Türe mit einem solchen Hin-
dernis kann vermieden werden. Es ist möglich, daß ein Be-
reich unmittelbar vor der Türe oder größerer Bereich des
Türschwenkbereichs erfasst werden. Im ersten Fall werden
Hindernisse erst dann erkannt, wenn sie in unmittelbarer
Nähe der Türfläche sind. Im zweiten Fall werden Hinder-
nisse auch schon weiter von der Türe entfernt erkannt.

[0006] Meist ist ein Hindernis im Türschwenkbereich
dann problematisch, wenn die Türe sich selbsttätig öffnet.
Um eine Kollision mit einem Hindernis zu vermeiden, wird
vorgeschlagen, daß eine automatische Türschwenkeinrich-
tung die Kraftfahrzeugtüre öffnet und daß die Auswertevor-
richtung bei einem im Türschwenkbereich erkannten Hin-
dernis die automatische Türschwenkeinrichtung beim Öff-
nen der Kraftfahrzeugtüre unterbricht. Die automatische
Türschwenkeinrichtung kann beispielsweise einen hydraulischen
oder elektrischen Antrieb aufweisen. Mit Hilfe dieses
Antriebs wird die Türe geöffnet. Das kann beispielsweise
auf ein Signal einer zentralen Türschließenanlage geschehen.

Durch die Auswertevorrichtung wird ein Hindernis im Tür-
schwenkbereich erkannt und ein weiteres Öffnen der Türe
kann unterbunden werden.

[0007] Herkömmliche Mikrowellensensoren weisen einen
kegelförmig ausgeleuchteten Volumenbereich auf. Wird ein
herkömmlicher Mikrowellensensor auf der Türe eines
Kraftfahrzeugs montiert, so ergeben sich in der unmittelba-
ren Umgebung der Türe Bereiche, die nicht vom Sensor aus-
geleuchtet sind. Da aber bei der Türraumüberwachung ge-
rade der unmittelbar vor der Türe befindliche Bereich über-
wacht werden muß, wird vorgeschlagen, daß das zumindest
eine Sensor-Mittel im wesentlichen aus zumindest einem
planarem Antennenelement gebildet ist, wobei das zumin-
dest eine planare Antennenelement an, zumindest einem
Vorsprung der Kraftfahrzeugtüre angeordnet ist. Dieser so-
genannte Seitensichtradar-Sensor hat den Vorteil, daß der
von ihm ausgehende Hauptstrahl fast parallel zur Türebene
gerichtet ist. Somit wird der Raum unmittelbar vor der Türe
durch den Seitensichtradar-Sensor ausgeleuchtet und Hin-
dernisse in unmittelbarer Nähe der Türe können erkannt
werden. Da die Abstrahlrichtung von planaren Antennenele-
menten hauptsächlich senkrecht zur Antennenfläche stattfin-
det, ist es vorteilhaft, den Seitensichtradar-Sensor an zumin-
dest einem Vorsprung einer Fahrzeugtüre anzuordnen. Dies
kann beispielsweise der Seitenspiegel sein.

[0008] In vorteilhafter Weise ist das planare Antennenele-
ment aus zumindest einer Mikrostreifenantenne gebildet.
Die Mikrostreifenantenne weist eine geringe Bauhöhe auf
und läßt sich somit leicht an Türvorsprüngen, insbesondere
am Außenspiegel, anordnen.

[0009] Eine Abstrahlung parallel zur Antennenfläche wird
dadurch erreicht, daß das zumindest eine Sensor-Mittel im
wesentlichen aus zumindest einer planaren Leckwellenan-
tenne gebildet ist, wobei die zumindest eine planare Leck-
wellenantenne auf der Oberfläche der Kraftfahrzeugtüre an-
geordnet ist. Eine besonders günstige Abstrahlrichtung in
Richtung des Antennenhorizontes ergibt sich vorteilhaft da-
durch, daß die zumindest eine planare Leckwellenantenne
geschichtete Dielektrika aufweist.

[0010] Um den gesamten Türschwenkbereich sicher über-
wachen zu können, wird vorgeschlagen, daß zumindest drei
Antennenelemente zumindest drei die Türflächen im we-
sentlichen abdeckende Volumenbereiche erfassen, und daß
die Haupttrichtkeule der drei Antennenelemente in den je-
weilig erfassten Sektor gerichtet sind. Die Türe ist dabei in
einzelne Türsektoren unterteilt. Jeder Türsektor besitzt ei-
nen bestimmten kritischen Radius, der gerade so groß ist,
daß auch die entferntesten Punkte der Türe in dem jewei-
ligen Sektor noch abgedeckt sind. Da der Raum innerhalb des
kritischen Radius auch Räume außerhalb des Türbereichs
einschließt, werden unter Umständen auch Objekte erfasst,
die außerhalb des Türschwenkbereichs sind. Um möglichst
wenige Fehldetektionen zu erhalten, ist die Aufteilung der
Türe in zumindest drei Türsektoren von Vorteil.

[0011] Eine frontale Überwachung des Türschwenkberei-
ches wird auch dadurch erreicht, daß das zumindest eine
Sensor-Mittel aus zumindest zwei in Reihe geschalteten An-
tennen gebildet ist, wobei die zumindest zwei Antennen im
wesentlichen an der Oberfläche der Kraftfahrzeugtüre an-
geordnet sind. Bei einem sogenannten Schutzschild-Pulsradar-
system werden Sendeimpulse in eine Leitung gespeist und
von mehreren an diese Leitung angekoppelten Antennen
nacheinander abgestrahlt. Die Anzahl der Antennen und de-
ren Richtcharakteristik bestimmen die Abdeckung des
Überwachungsbereichs. Für eine gleichmäßige Abdeckung
des Türschwenkbereichs muß die Anzahl der Antennen und
deren Richtcharakteristik aufeinander abgestimmt sein. Eine
solche Türraumüberwachungs-
vorrichtung bietet den Vorteil,

daß Echos von Hindernissen an der Auswerteeinrichtung unabhängig von der empfangenden Antenne auflaufen. Eine Ortsauflösung ist nicht möglich, jedoch reicht eine verlässliche Aussage über ein Hindernis im Türschwenkbereich aus.

[0012] Um eine möglichst geringe Bauhöhe des Schutzschild-Pulsradarsystems zu erreichen, wird vorgeschlagen, daß die zumindest zwei in Reihe geschalteten Antennen aus Mikrostreifenantennen gebildet sind. Weiterhin wird vorgeschlagen, daß die zumindest zwei in Reihe geschalteten Antennen aus dielektrischen Filmwellenleitern gebildet sind. Die dielektrischen Filmwellenleiter verringern die Dämpfung entlang des Leitungsstrangs. Sowohl Mikrostreifenantennen als auch Filmwellenleiter können auf die Oberfläche der Türe geklebt sein.

[0013] Weiter wird vorgeschlagen, daß die Antennenelemente als Schlitzstrahler in Aussparungen im Türblech angeordnet sind. Die Speiseleitungen der Schlitzstrahler können im Türfutter in Form von koaxial-, hohl- oder dielektrischen Wellenleitern ausgeführt sein.

[0014] Um die Überwachung im Türschwenkbereich vor einer Glasscheibe zu gewährleisten, wird vorgeschlagen, daß die zumindest zwei Antennen auf eine Glasscheibe in der Türe aufgedampft sind. Hierzu eignet sich besonders das Aufdampfen von Indiumzinnoxid.

[0015] Ein geringer Realisierungsaufwand bei der Gestaltung der Antennenanordnung ergibt sich dadurch, daß das zumindest eine Sensor-Mittel aus zumindest zwei im wesentlichen orthogonal zueinander sowie zu einer Türfläche ausgerichteten Antennen gebildet ist, daß die zumindest zwei Antennen Richtcharakteristika in orthogonal zueinander liegenden Ebenen aufweisen, daß zumindest eine erste Antenne ein Signal aussendet und daß zumindest eine zu der ersten Antenne orthogonale zweite Antenne das Signal empfängt. Die Richtcharakteristika der beiden Antennen weisen Empfangskeulen in den jeweiligen Ebenen auf. Die Empfangskeulen können innerhalb der Ebene geschwenkt werden. Zur Überwachung des Türschwenkbereiches werden die Sende- und Empfangsantenne gekreuzt eingesetzt, wobei jeweils der Schnittpunkt zwischen einer Sendekeule und einer Empfangskeule ausgewertet wird. Die Richtcharakteristika der Antennen können voreingestellt sein, wodurch der Realisierungsaufwand erheblich verringert wird. (Vorzugsweise werden Radarsignale ausgesendet und empfangen).

[0016] Die Auswerteeinrichtung erfasst vorzugsweise die Überlappungsbereiche der Richtcharakteristika der zumindest zwei Antennen und wertet diese aus. Durch eine gezielte Ansteuerung der Sende- und Empfangsantenne können die Sende- und Empfangskeulen der Antennen miteinander kombiniert und gekreuzt werden. Im Überlappungsbereich der Richtkeulen wird der Türschwenkbereich überwacht. Durch ein Kreuzen der Sende- und Empfangskeulen kann der gesamte Volumenbereich vor der Kraftfahrzeugtüre erfasst werden. Dazu wird vorgeschlagen, daß die zumindest zwei Antennen eine zwischen zumindest zwei Richtkeulen umschaltbare Richtcharakteristik aufweisen. Dadurch läßt sich zumindest ein Teil des Türschwenkbereichs überwachen.

[0017] Eine weitere Möglichkeit der Türraumüberwachung ergibt sich dadurch, daß das zumindest eine Sensor-Mittel aus zumindest einer aus zwei räumlich getrennten Antennen gebildeten Antennengruppe gebildet ist, daß die zumindest zwei Antennen im wesentlichen an einer Kraftfahrzeugtüre angeordnet sind, daß sich eine Funkwelle über eine Antennengruppe ausbildet. Bei einem sogenannten Transmissions-Sensor wird eine Welle zwischen den beiden Antennen nahe der Türfläche geführt. Die Transmission einer Funkwelle zwischen zwei eine Antennengruppe bilden-

den Antennen über die leitende Türfläche ähnelt grundsätzlich der terrestrischen Funkübertragung. Im unteren GHz-Bereich breiten sich die Funkwellen entlang der Türoberfläche mit geringer Dämpfung aus. In der Nähe der Türoberfläche befindliche Hindernisse verursachen eine Zusatzdämpfung der Funkwellen. Die Wellenausbreitung der Türoberfläche kann mit Hilfe des Modells der Fresnelzonen verständlich gemacht werden. Ein Großteil der Wellenenergie wird innerhalb des ersten Fresnelellipsoid übertragen. Der Radius r_F des ersten Fresnelellipsoid kann in Abhängigkeit der Koordinate längs der Achse wie folgt angegeben werden:

$$r_F = \sqrt{\frac{\lambda d_s d_E}{d}}$$

wobei d_s und d_E die Abstände eines Objekts zum Sender bzw. Empfänger auf der Übertragungsachse d darstellen. Anhand einer Dämpfungsmessung durch die Auswerteeinrichtung können Hindernisse innerhalb des ersten Fresnelellipsoid erkannt werden. Die Empfindlichkeit einer solchen Überwachungsvorrichtung nimmt zu den Antennen hin ab. Ein Hindernis wird am besten in der Mitte zwischen den Antennen erkannt.

[0018] Um den Türschwenkbereich sicher überwachen zu können, wird vorgeschlagen, daß zumindest drei Antennengruppen den die Türfläche abdeckenden Volumenbereich erfassen. Hierbei werden die drei Antennengruppen so angeordnet, daß eine möglichst vollständige Abdeckung des Türschwenkbereichs durch die zwischen den Antennen der Antennengruppe sich ausbreitenden Funkwellen abgedeckt wird.

[0019] Eine bessere Dynamik der Zusatzdämpfung sowie eine geringere Bauhöhe ergibt sich durch den Einsatz von Mikrostreifenleitern, Schlitzstrahlern, Yagi-Uda-Antennen, flachen Leckwellenantennen oder anderen flachen bündelnden Antennen.

[0020] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist die Verwendung einer zuvor beschriebenen Vorrichtung in einem Kraftfahrzeug. Das Kraftfahrzeug weist dabei beispielsweise eine automatische Türschließanlage mit einer Zentralverriegelung und einem automatischen Türschwenker auf. Durch die Türraumüberwachungsvorrichtung wird verhindert, daß beim Schwenken der Türe eine Kollision zwischen der Türe und einem Hindernis verursacht wird.

[0021] Im folgenden wird die Erfindung anhand einer Ausführungsbeispiele zeigenden Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

[0022] Fig. 1a, b einen herkömmlichen Türraumüberwachungssensor;

[0023] Fig. 2a, b einen Seitensicht radar-Sensor;

[0024] Fig. 3 Überwachungssektoren eines Seitensicht radar-Sensors;

[0025] Fig. 4 ein Schutzschild-Pulsradarsystem;

[0026] Fig. 5 eine schematische Ansicht eines Schutzschild-Pulsradarsystems;

[0027] Fig. 6 orthogonal zueinander angeordnete Sende- und Empfangsantennen;

[0028] Fig. 7 ein Funkfeld eines Transmissions-Sensors; und

[0029] Fig. 8 eine Anordnung von Antennen für einen Transmissions-Sensor.

[0030] In Fig. 1 ist eine herkömmliche Türraumüberwachungsvorrichtung dargestellt. Auf einer Fahrzeugtüre 100 ist ein Sensor 102, wie in Fig. 1a dargestellt, angeordnet. Der Sensor 102 kann als Radarsensor ausgebildet sein. Der durch den Sensor 102 ausgeleuchtete Volumenbereich im

Fernfeld ist kegelförmig. Daraus ergibt sich, wie in Fig. 1b zu erkennen ist, unmittelbar vor der Tür 100 ein kritischer Überwachungsbereich 106, der durch den Sensor 102 nicht ausgeleuchtet ist. Der Sensor 102 leuchtet den Überwachungsbereich 104 aus. Der zu überwachende Türbereich soll aber schon unmittelbar an der Tür 100 beginnen und den gesamten Türschwenkbereich erfassen. Mit Antennen auf der Türfläche, die nur senkrecht und kegelförmig abstrahlen, lassen sich also nur kleine Ausschnitte des Türschwenkbereichs erfassen. Für eine vollständige Abdeckung des Türschwenkbereichs müßte die gesamte Türfläche mit Antennen bestückt werden. Das zeigt, daß herkömmliche Sensorsysteme zur Türraumüberwachung nicht geeignet sind.

[0031] Der in Fig. 2a, b dargestellte Seitensichtadar-Sensor wird durch an den Türändern angebrachte Sensor-Mittel 200, 201 gebildet. Diese Sensor-Mittel 200, 201 sind so ausgestaltet, daß sie einen Seitensichtadar-Sensor bilden. Die Richtcharakteristik der Sensoren 200, 201 muß so eingestellt werden, daß der Überwachungsbereich 204, 206 fast parallel zur Türebene gerichtet ist. Für direkt auf der Tür 100 angebrachte Antennen kommen nur planare Ausführungen in Frage. Dies sind beispielsweise Mikrostreifenantennen. Mikrostreifenantennen allerdings strahlen hauptsächlich senkrecht zur Antennenfläche ab. Um eine Abstrahlung in Richtung des Antennenhorizontes zu erreichen, können die Seitensichtadar-Sensoren 200, 201 als planare Leckwellenantennen mit geschichteten Dielektrika ausgebildet sein. Ihre Strahlrichtung weist zumindest teilweise in Richtung des Antennenhorizonts. Günstiger wäre eine Montage von beispielsweise Mikrostreifenantennen an einem Vorsprung am Türband. Ein solcher Vorsprung kann beispielsweise ein Spiegel an einer Tür 100 sein oder auch ein Vorsprung am Türblech der Tür 100.

[0032] Um den Türschwenkbereich möglichst umfassend überwachen zu können, wird dieser, wie in Fig. 3 dargestellt, in mehrere Sektoren 302, 304, 306 um den Seitenspiegel herum eingeteilt. Jeder Sektor 302, 304, 306 besitzt dabei einen Überwachungsbereich 302a, 304a, 306a innerhalb der Tür 100 und einen indifferenten Bereich 302b, 304b, 306b außerhalb der Tür 100. Diese indifferenten Bereiche 302b, 304b, 306b außerhalb der Tür 100 ergeben sich daraus, daß für jeden Sektor 302, 304, 306 ein kritischer Radius, der gerade so groß ist, daß auch der entfernteste Punkt der Tür 100 in dem jeweiligen Sektor 302, 304, 306 noch abgedeckt ist, gefunden werden muß. Detektierte Objekte mit einer Entfernung unterhalb des kritischen Radius lösen einen Alarm aus, der die Türöffnung stoppt. Aber auch Hindernisse in den indifferenten Bereichen 302b, 304b, 306b lösen einen Alarm aus obwohl dies nicht notwendig wäre. Um die indifferenten Bereiche 302b, 304b und 306b möglichst klein zu halten, muß eine feine Sektoreinteilung vorgenommen werden. Dadurch steigt jedoch die Komplexität des Systems. Ein guter Kompromiß zwischen Komplexität und Genauigkeit ergibt sich bei drei Sektoren 302, 304, 306 pro Tür 100.

[0033] Eine frontale Überwachung des Türschwenkbereichs setzt eine dichte Belegung der Türfläche mit Antennen voraus. Eine große Anzahl von Antennen läßt sich jedoch schaltungstechnisch nur sehr aufwendig realisieren. Ein erfindungsgemäßes Schutzschild-Pulsradarsystem, wie es in Fig. 4 dargestellt ist, ermöglicht eine frontale Überwachung des Türschwenkbereichs mit einer geringen Anzahl an Antennen 408. Die Sendepulse des Pulsgenerators 404 werden über den Schalter 406, mit einem Trägersignal 402 gekoppelt, in den Speisestrang 407 eingespeist. Entlang des Speisestrangs 407 sind mehrere Antennen 408a, 408b und 408c angeordnet, die jeweils den eingespeisten Sendepuls abstrahlen. Radarechos von nahen Objekten gelangen nach

ihrer Laufzeit über die Antennen 408 zurück in die Leitung. Der Speisestrang 407 ist an einen Detektor 412, 414 angeschlossen, der die Echolauftzeiten mit einer Verzögerungsleitung 412 und einem Korrelator 414 auswertet. Obwohl ein in den Strang laufender Puls die Antennen 408a, b und c nicht zeitgleich erreicht, sind die Radarechos von allen Antennen 408a, b und c am Leitungsende zeitlich richtig überlagert. Ein Echo eines Hindernisses 410 vor der ersten Antenne 408a erscheint also zur gleichen Zeit am Detektor 412, 414 wie das Echo des gleichen Hindernisses 410 von einer anderen Antenne 408b oder c. Ein über den Speisestrang 407 laufender Puls trifft nach einer Transitzeit am Detektor 412, 414 ein. Dieser Nullpuls ist das erste Signal, das den Detektor 412, 414 erreicht. Echos durch Hindernisse 410 schließen sich dem Nullpuls an und sind um die Echolauftzeit t_E verzögert. Für eine gleichmäßige Abdeckung unmittelbar vor dem Türblech ist eine große Anzahl Antennen 408a, 408b, 408c ideal. Dies wirkt sich jedoch negativ auf die Leistungsbilanz des Systems aus.

[0034] Wie in Fig. 5 dargestellt, weisen die Antennen 408a-d einen 3 dB-Öffnungswinkel Θ_{3dB} 500 auf. Diese 3 dB-Öffnungswinkel Θ_{3dB} 500 überlappen sich in einem Überlappungsbereich 502 ab einer Entfernung 510 von den Antennen 408a bis 408d.

[0035] Der Abstand 510 zum Überlappungsbereich 502 ist abhängig vom Abstand 508 der Antennen 408a-d zueinander. Große 3 dB-Öffnungswinkel Θ_{3dB} 500 ergeben einen sehr großen Überlappungsbereich 502. Eine Abschätzung für die Anzahl der benötigten Antennen bei einem Öffnungswinkel Θ_{3dB} von 60° und einer Überlappung ab 0,1 m (h) vor der Tür ergibt einen Antennenabstand (d) 508 aus

$$d = 2 h \tan \left(\frac{\Theta_{3dB}}{2} \right) \approx 0,12 \text{ m.}$$

[0036] Auf einer Türbreite von ca. 1 m werden somit 8 bis 9 Antennen benötigt. Die Dämpfung a_0 entlang des Speisestrangs (L) 407 ergibt sich für den Nullpuls aus dem Dämpfungsbetrag α_L der Leitung 407 und der Anzahl der angeschlossenen Antennen N

$$a_0 = \alpha_L \cdot L + N \cdot 3 \text{ dB,}$$

da jede Verzweigung zu einer Antenne eine Dämpfung von 3 dB verursacht. Die Echodämpfung ist das Verhältnis von Sende- zur Empfangsleistung eines Pulses, der den Weg zu einem Radarziel mit dem Radarquerschnitt σ und zurück zum Radar nimmt. Es gilt

$$a_{\text{Echo}} = \frac{P_s}{P_E} = \frac{(4\pi)^3 r^4}{\sigma \lambda^2 G^2}$$

wobei λ die Wellenlänge des Trägersignals und G den Antennengewinn bezeichnet. Die hohe Leistungs-Dämpfung läßt sich durch Einsatz von dielektrischen Filmwellenleitern erheblich reduzieren. Die Antennen 408a-d entlang des Speisestrangs 407 können als dielektrische Filmwellenleiter, als Mikrostreifenleiter oder aber auch als Schlitzstrahler in Aussparungen des Türblechs ausgebildet sein.

[0037] Durch die Verwendung einer Sendeantenne 602, die orthogonal zu einer Empfangsantenne 600 angeordnet ist, wie dies in Fig. 6 dargestellt ist, läßt sich der Türschwenkbereich mit voreingestellten Richtkeulen überwachen. Die Sende- und Empfangsantenne 600, 602 weisen Empfangskeulen jeweils in nur einer Ebene 604, 606 senkrecht zur Türfläche sowie zueinander auf. Durch die Korrelation der einzelnen Empfangskeulen in den beiden Ebenen 604, 606 ergeben sich Überlappungen 608, wodurch der ge-

samte Türbereich erfasst werden kann. Die wirksame Richtcharakteristik entspricht dem räumlichen Produkt der orthogonalen Strahlencharakteristika der Sende- und der Empfangsantennen 600, 602 und ist in beiden Ebenen 604, 606 gebündelt.

[0038] Eine weitere Möglichkeit, den Türschwenkbereich zu überwachen, stellt die ungeführte Übertragung von Funkwellen zwischen mehreren Antennen 702, 704, die auf dem Rand der Tür 700 verteilt sind, dar. Die Transmission über die leitende Türfläche ähnelt grundsätzlich der terrestrischen Funkübertragung. Bei Frequenzen im unteren GHz-Bereich läßt sich die Ausbreitung hinsichtlich der Relation Wellenlänge - Strecke vergleichen mit Funkverbindungen im Langwellenbereich auf der Erde. Bei einem entsprechenden Türsensormesssystem kann demnach mit nur einer geringen Dämpfung durch die Türkrümmung gerechnet werden. Die Wellenausbreitung läßt sich mit Hilfe des Modells der Fresnelzonen beschreiben. Fresnelzonen sind Rotationsellipsoide um die direkte Achse zwischen Sende- und Empfangsantenne 702, 704. Der Hauptteil der Wellenenergie wird innerhalb des ersten Fresnelellipsoides 706 übertragen. Ein solches Fresnelellipsoid 706 ist in Fig. 7 dargestellt. Der Radius r_F 708 des ersten Fresnelellipsoides 706 ergibt sich aus

$$r_F = \sqrt{\frac{\lambda d_S d_E}{d}}$$

wobei d_S 710 und d_E 712 die Abstände zum Sender 704 bzw. zum Empfänger 702 auf ihrer Achse 714 bezeichnen. Hindernisse innerhalb des ersten Fresnelellipsoides 706 verursachen eine Übertragungsdämpfung, die sicher durch den Empfänger 702 erkannt werden kann. Die Empfindlichkeit wird zu den Türändern bzw. zum Sender 704 und Empfänger 702 schwächer. Ein Hindernis muß hier näher an die Tür 700 herangebracht werden, um eine bestimmte Zusatzdämpfung erreichen zu können. Eine bessere Dynamik ergibt sich durch den Einsatz von aufeinander ausgerichteten Antennen 702, 704, deren Hauptstrahlrichtung im wesentlichen auf den Türschwenkbereich begrenzt ist.

[0039] Wie in Fig. 8 dargestellt, wird der Türschwenkbereich vollständig durch eine Anordnung von Antennen 802, 804, 806, 808 und 810 überwacht. Zwischen jeweils zwei Antennenpaaren 802-810 wird eine Welle in freier Transmission geführt. Tauchen Hindernisse entlang der Wellenausbreitung zwischen den Antennen 802 bis 810 auf, werden diese durch Dämpfungen der Empfangsleistung erkannt. Als Antennen bieten sich kleine Gruppen von Mikrostreifenantennen und Schlitzstrahlen im Türblech 100 an. Weiterhin ist die Verwendung von Yagi-Uda-Antennen in Mikrostreifentechnik oder flacher Leckwellenantennen möglich. Die Richtcharakteristik der Antennen 802-810 sollte im Azimut (in der Türebene) und in der dazu senkrechten Elevationsebene so eingeschränkt werden, daß Abstrahlungen nur in den Türschwenkbereich hinein stattfinden. Bodenreflektionen sollten vermieden werden.

[0040] Durch die Verwendung der beschriebenen Sensoren läßt sich eine Kollision zwischen der Tür und einem im Türschwenkbereich befindlichen Hindernis bei einer automatischen Öffnung der Tür verhindern. Durch die Kombination von Schutzschildsensoren, wie beispielsweise den Transmissionssensoren und den Wanderpulssensoren, mit Seitensichtradarsensoren und Sende-/Empfangs-Kreuz-Sensoren läßt sich die Genauigkeit der Vorrichtung erhöhen.

BEZUGSZEICHENLISTE

100 Fahrzeugtür

- 102 Sensor
- 104 Überwachungsbereich
- 106 kritischer Überwachungsbereich
- 200, 201 Sensor-Mittel
- 5 204, 206 Überwachungsbereich
- 302a, 304a, 306a Überwachungsbereich
- 302b, 304b, 306b indifferenter Bereich
- 402 Trägersignal
- 404 Pulsgenerator
- 10 406 Schalter
- 407 Speisestrang
- 408a-d Antennen
- 410 Hindernis
- 412 Verzögerungsleitung
- 15 414 Korrelator
- 500 3 dB-Öffnungswinkel
- 502 Überlappungsbereich
- 508 Antennenabstand
- 510 Überlappungsabstand
- 20 600 Empfangsantenne
- 602 Sendeantenne
- 604 Empfangsebene
- 606 Sendeebene
- 608 Überlappung
- 25 700 Tür
- 702 Empfänger
- 704 Sender
- 706 Fresnelellipsoid
- 708 Fresnelradius
- 30 710 Senderabstand d_S
- 712 Empfängerabstand d_E
- 714 Abstand Sender/Empfänger
- 802-810 Antennen

Patentansprüche

1. Türraumüberwachungsvorrichtung, insbesondere zur Türraumüberwachung von Kraftfahrzeugen, zur Überwachung eines Türschwenkbereiches (106) einer Kraftfahrzeugtüre (100), mit den Türschwenkbereich (106) erfassenden Sensor-Mitteln (200, 201) und mit einer Sensordaten auswertenden Auswerteeinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Sensor-Mittel (200, 201) einen eine Türfläche im wesentlichen abdeckenden Volumenbereich (204) im wesentlichen vor der Kraftfahrzeugtüre (100) erfasst.
2. Türraumüberwachungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine automatische Türschwenkeinrichtung die Kraftfahrzeugtüre (100) öffnet, und daß die Auswertevorrichtung bei einem im Türschwenkbereich (106) erkannten Hindernis (410) die automatische Türschwenkeinrichtung beim Öffnen der Kraftfahrzeugtüre (100) unterbricht.
3. Türraumüberwachungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das zumindest eine Sensor-Mittel (200, 201) im wesentlichen aus zumindest einem planaren Antennenelement (201) gebildet ist, wobei das zumindest eine planare Antennenelement (201) an zumindest einem Vorsprung der Kraftfahrzeugtüre (100) angeordnet ist.
4. Türraumüberwachungsvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das planare Antennenelement (200, 201) aus zumindest einer Mikrostreifenantenne gebildet ist.
5. Türraumüberwachungsvorrichtung nach Anspruch

- 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das zumindest eine Sensor-Mittel (200, 201) im wesentlichen aus zumindest einer planaren Leckwellenantenne (200) gebildet ist, wobei die zumindest eine planare Leckwellenantenne (200) im wesentlichen auf der Oberfläche der Kraftfahrzeugtüre (100) angeordnet ist. 5
6. Türraumüberwachungsvorrichtung nach Anspruch 5; dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine planare Leckwellenantenne (200) geschichtete Dielektrika aufweist. 10
7. Türraumüberwachungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest drei Antennenelemente (200) zumindest drei die Türfläche im wesentlichen abdeckende Volumenbereiche (302, 304, 306) erfassen und daß die Haupt- richtkeule der drei Antennenelemente (200) in den je- 15 weilig erfassten Volumenbereiche (302, 304, 306) ge- richtet ist.
8. Türraumüberwachungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das zumindest eine Sensor-Mittel (200, 201) im wesentlichen aus zu- 20 mindest zwei in Reihe geschalteten Antennen (408) ge- bildet ist, daß die zumindest zwei in Reihe geschalteten Antennen (408) im wesentlichen an der Oberfläche der Kraftfahrzeugtüre (100) angeordnet sind. 25
9. Türraumüberwachungsvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest zwei in Reihe geschalteten Antennen (408) aus Mikrostreifen- antennen gebildet sind.
10. Türraumüberwachungsvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest zwei in Reihe geschalteten Antennen (408) aus dielektrischen Filmwellenleitern gebildet sind. 30
11. Türraumüberwachungsvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest zwei in Reihe geschalteten Antennen (408) als Schlitzstrahler gebildet sind und daß die Schlitzstrahler im wesentli- 35 chen in Aussparungen im Türblech angeordnet sind.
12. Türraumüberwachungsvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest zwei in Reihe geschalteten Antennen (408) auf eine in der Kraftfahrzeugtüre (100) angeordnete Glasscheibe auf- 40 gedampft sind.
13. Türraumüberwachungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das zumindest eine Sensor-Mittel (200, 201) aus zumindest zwei im wesentlichen orthogonal zueinander sowie zur Türflä- 45 che ausgerichteten Antennen (600, 602) gebildet ist, daß die zumindest zwei Antennen (600, 602) Richtcha- rakteristika in orthogonal zueinander liegenden Ebenen aufweisen, daß zumindest eine erste Antenne (600) ein Signal aussendet und daß zumindest eine zu der ersten Antenne orthogonale zweite Antenne (602) das Signal 50 empfängt.
14. Türraumüberwachungsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinrich- tung die Überlappungsbereiche der Richtcharakteri- stika der zumindest zwei Antennen (600, 602) erfasst und auswertet.
15. Türraumüberwachungsvorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest 60 zwei Antennen (600, 602) eine zwischen zumindest zwei Richtkeulen umschaltbare Richtcharakteristik aufweisen.
16. Türraumüberwachungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das zumindest eine Sensor-Mittel (200, 201) aus 65 zumindest einer aus zwei räumlich getrennten Anten-

nen (702, 704) gebildete Antennengruppe gebildet ist, daß die zumindest zwei Antennen (702, 704) im we- sentlichen an einer Kraftfahrzeugtüre (700) angeordnet sind, und daß sich eine Funkwelle (706) über eine An- 70 tennengruppe ausbildet.

17. Türraumüberwachungsvorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest drei An- 75 tennengruppen (802, 804, 806, 808, 810) den die Tür- fläche im wesentlichen abdeckenden Volumenbereich (204) erfassen.

18. Türraumüberwachungsvorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennen (802, 804, 806, 808, 810) aus Mikrostreifenleitern, Schlitzstrahlern, Yagi-Uda Antennen, flachen Leck- 80 wellenantennen oder Bündelantennen gebildet sind.

19. Türraumüberwachungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18 dadurch gekennzeichnet, daß die Sensor-Mittel (200, 201) aus zumindest zwei un- 85 terschiedlichen ausgebildeten Antennen (200, 201, 408, 600, 602, 702, 704) gebildet sind.

20. Verwendung einer Türraumüberwachungsvorrich- 90 tung nach einem der Ansprüche 1 bis 19 in einem Kraftfahrzeug.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

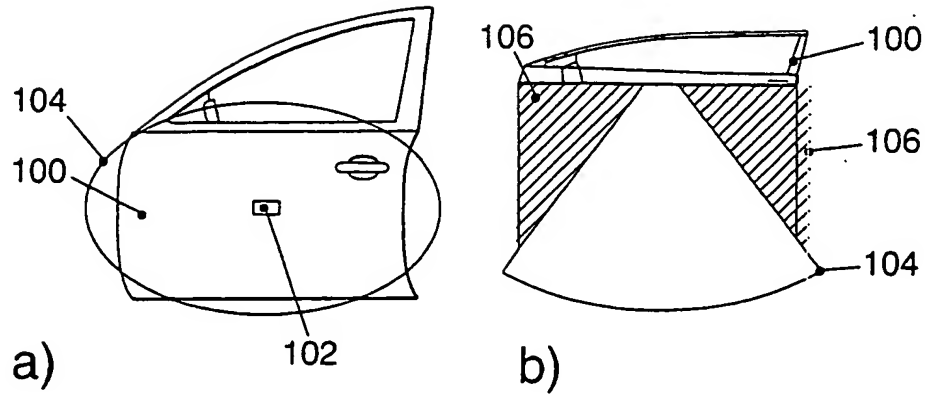


FIG. 1

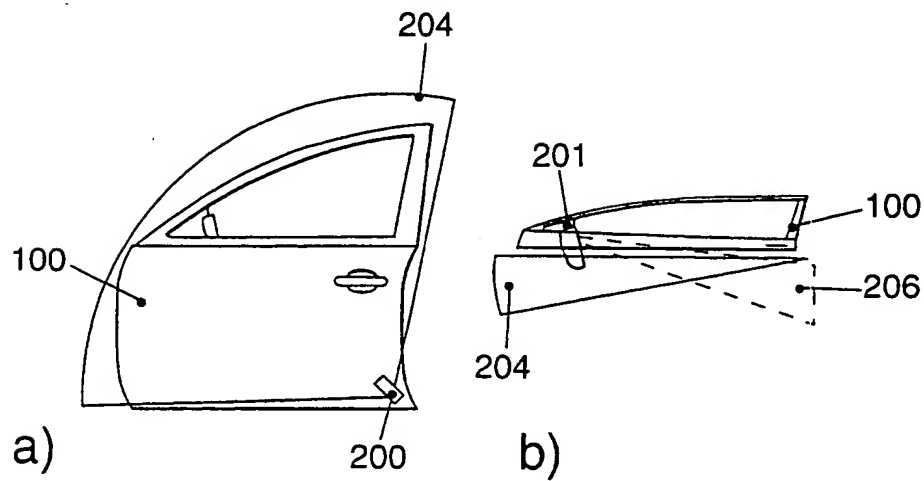


FIG. 2

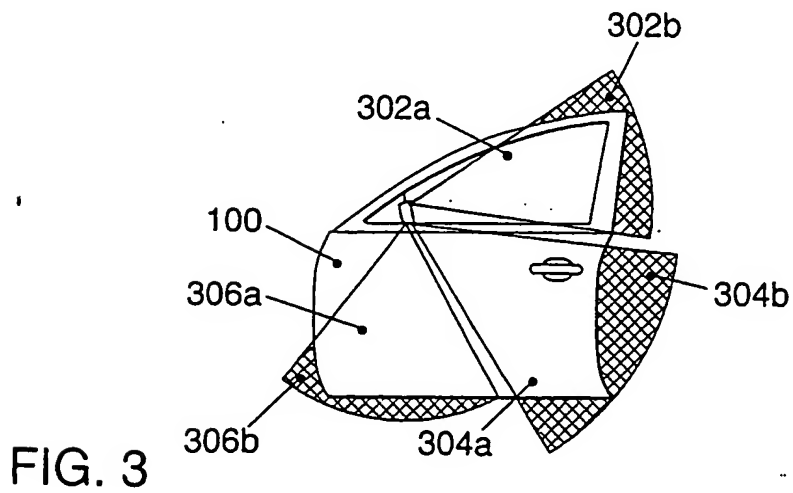


FIG. 3

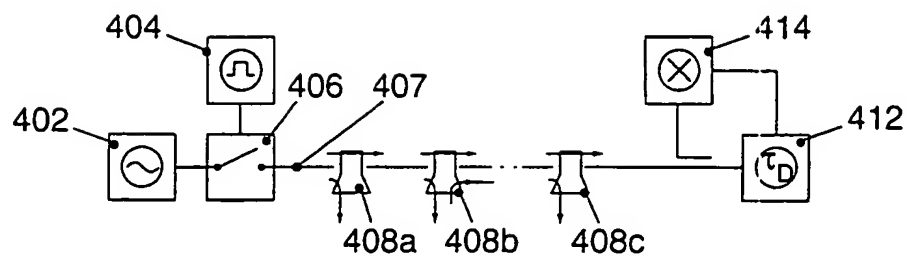


FIG. 4

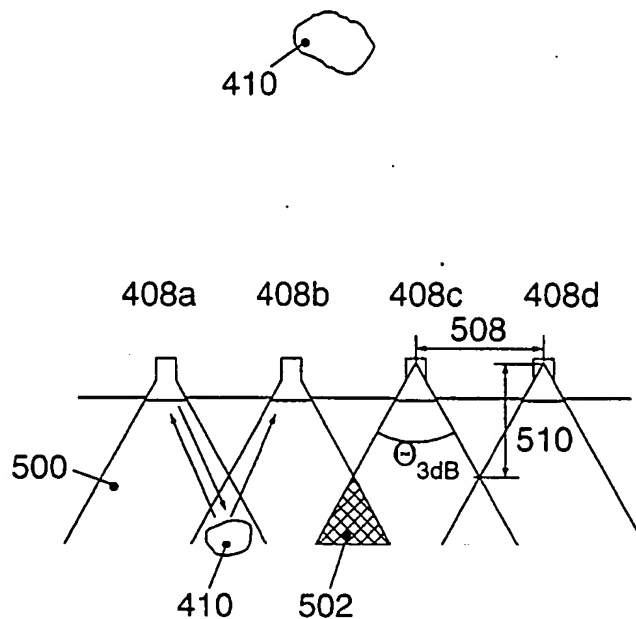


FIG. 5

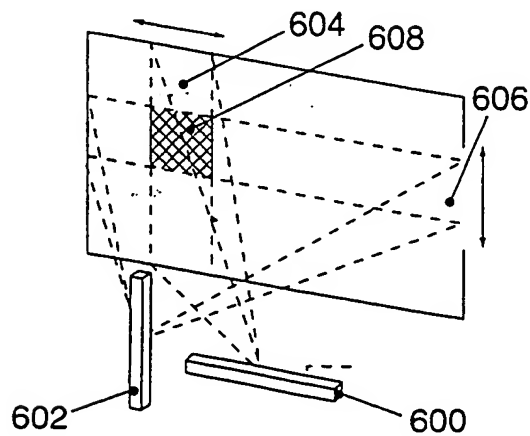


FIG. 6

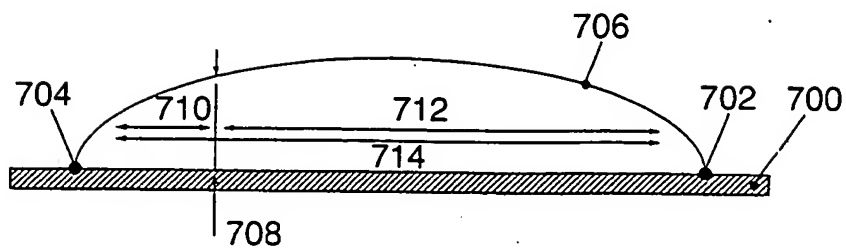


FIG. 7

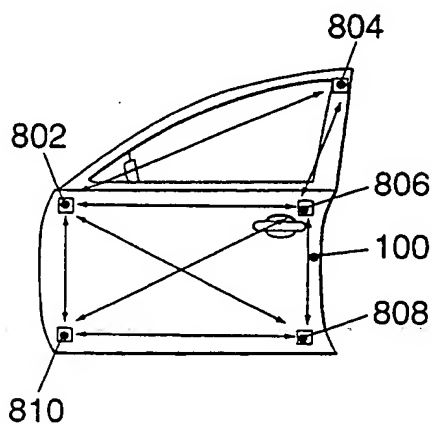


FIG. 8